

Attorney Docket No. 1344.1140

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Isao TSUYAMA

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: March 24, 2004

Examiner: TBA

For: OPTICAL APPARATUS FOR BIDIRECTIONAL OPTICAL COMMUNICATION

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant submits herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-393172

Filed: November 21, 2003

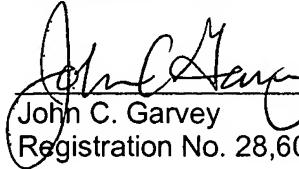
It is respectfully requested that the applicant be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 3-24-04

By:

  
John C. Garvey  
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日      2003年11月21日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-393172  
Application Number:

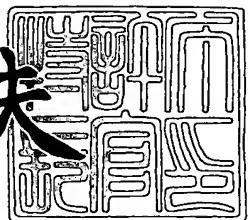
[ST. 10/C] : [JP2003-393172]

出願人      富士通株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



●) 【書類名】 特許願  
【整理番号】 0351888  
【提出日】 平成15年11月21日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 10/24  
H04J 14/02

【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社  
内  
【氏名】 津山 功

【特許出願人】  
【識別番号】 000005223  
【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100078330  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 笹島 富二雄  
【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 009232  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9719433

●) 【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

送信光を出力する光送信部と、  
前記送信光とは波長の異なる受信光を入力する光受信部と、  
光アイソレータを有し、入力した光を前記光アイソレータを介して出力する装置と、  
第1乃至第3のポートを有し、前記第1のポートに入力される光を前記第3のポートに出力し、前記第2のポートに入力される光を第1のポートに出力する第1光学部品と、  
前記光送信部から出力される送信光と前記第1光学部品の第3ポートから出力される光とを合波して前記装置に出力する第2光学部品と、  
前記装置から出力される光を波長の違いに応じて振り分けて前記第1光学部品の第2のポートと前記光受信部とに出力する第3光学部品と、  
を備えて構成されたことを特徴とする双方向光通信用の光装置。

【請求項2】

請求項1に記載の光装置であって、

前記第2光学部品は、前記光送信部から出力される送信光に含まれる複数の波長の光信号にそれぞれ対応した複数の分波側ポートと、前記第1光学部品の第3ポートから出力される光に含まれる複数の波長の光信号にそれぞれ対応した複数の分波側ポートと、を有することを特徴とする光装置。

【請求項3】

請求項1に記載の光装置であって、

前記光送信部、前記光受信部および前記装置のうちの少なくとも1つの動作状態に基づいて、前記光送信部、前記光受信部および前記装置のうちの少なくとも1つを制御する監視制御部を備えたことを特徴とする光装置。

【請求項4】

請求項1に記載の光装置であって、

前記送信光および前記受信光は、波長の異なる複数の光信号をそれぞれ含み、

前記第1光学部品、前記第2光学部品および前記第3光学部品は、前記送信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、前記受信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、1つの合波側ポートと、をそれぞれ有することを特徴とする光装置。

【請求項5】

波長の異なる複数の光信号が双方向に伝搬する光伝送路に接続された複数の光入出力ポートを有し、該複数の光入出力ポートにそれぞれ入出力される光信号の切り替えを行うノード装置であって、

請求項1に記載の光装置が前記複数の光入出力ポートにそれぞれ対応させて複数設けられ、該複数の光装置の各第1光学部品の第1のポートが対応する光入出力ポートに接続されると共に、

前記複数の光装置の各光送信部の送信データ入力ポートおよび各光受信部の受信データ出力ポートの間の接続を任意に切り替えることが可能なスイッチ回路を備えて構成されたことを特徴とするノード装置。

●)

**【書類名】明細書****【発明の名称】双方向光通信用の光装置****【技術分野】****【0001】**

本発明は、光通信において上り（送信）および下り（受信）の各光信号に異なる波長を割り当て、各々の光信号を1本の光ファイバを用いて伝送する双方向光通信に用いる光装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、送受一体型の光トランシーバの普及により、通信方式においても1本の光ファイバで送受信を同時に行う双方向光通信が注目されている。例えば、自局と相手局の間で双方向の光伝送を行う場合、WDM（Wavelength Division Multiplexing）技術を用いて送信（自局から相手局へ）と受信（相手局から自局へ）とに別々の波長を割り当てることによって、送信および受信を同一の光伝送路を用いて行うことができるようになる。このような双方向光通信は、光伝送路の本数を減らすことが可能であるため、光ファイバの敷設、維持および管理に要するコストを削減できるという効果がある。特に、簡易かつ経済的なWDMネットワークを構築するという点で、波長間隔の広いCWDM（Coarse Wavelength Division Multiplexing）技術を用いた双方向光通信が期待されている。そこで、双方向光通信用の光装置においても低コストかつ高機能な装置を実現することが課題となる。

**【0003】**

ところで、双方向光通信用の光装置において、例えば、光スペクトルの監視、光増幅または分散補償などの光処理を送信光および受信光に施す場合、そのような光処理を実現する手段を送信側および受信側で共通化することは一般的に難しい。例えば、公知の光ファイバ増幅器等では、通常、励起光の反射による影響を抑えるために光路上に光アイソレータが配置されるため單一方向の光信号しか対応することができない。このような光ファイバ増幅器について双方向の光信号に対応させるために光アイソレータを省略した場合には、信号波長におけるコヒーレントクロストークが発生して伝送特性が劣化してしまう可能性がある。このため、従来の光ファイバ増幅器等の光装置では、例えば図8に示すように、伝送路ファイバを雙方向に伝搬する光信号を光サーチュレータ等の光方路選択手段を用いて片方向ずつに分離し、各々の光信号に対して個別に光処理部を設けることが必要となる。したがって、上記のような構成の光装置では、コストや消費電力などの面において双方向光通信によるメリットが生じなくなってしまうという問題点がある。

**【0004】**

なお、本明細書中で用いる光処理という表現は、上記のような光スペクトルの監視、光増幅または分散補償などの処理を行うことを意味しており、光信号を使って計算等を行うといった内容を意味してはいない。

上記のような問題点を解決するための技術としては、例えば図9に示すように、光サーチュレータで片方向ずつに分離した各光信号の流れを1組の光合分波器を用いて單一方向化することにより、1つの光処理部で双方向の光信号を処理できるようにした装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

**【特許文献1】特開平11-127121号公報**

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記の図9に示したような従来の構成に関しては、双方向の光信号の流れを單一方向化することによって光処理部を各方向に対応させて個別に設ける必要はなくなるものの、光処理部周辺の構成が複雑になり部品点数が多くなってしまうという欠点がある。このような部品点数の増加は、余分な光信号損失を伴うばかりでなく、装置全体のコスト削減効果も減少させてしまうことになる。光信号損失の低減や装置コストの削減の

ためには例えば光部品の集積化が有効であるが、光処理部の周辺に配置される光セーキュレータや光合分波器などの各光部品は通常異なるデバイスにより構成されるため、そのような光部品を集積化することは困難である。

#### 【0006】

本発明は上記の点に着目してなされたもので、双方向光通信に最適な簡略な構成を実現して小型で低コストかつ低損失の光装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

上記の目的を達成するため、本発明に係る双方向光通信用の光装置は、送信光を出力する光送信部と、前記送信光とは波長の異なる受信光を入力する光受信部と、光アイソレータを有し、入力した光を前記光アイソレータを介して出力する装置と、第1乃至第3のポートを有し、前記第1のポートに入力される光を前記第3のポートに出力し、前記第2のポートに入力される光を第1のポートに出力する第1光学部品と、前記光送信部から出力される送信光と前記第1光学部品の第3ポートから出力される光とを合波して前記装置に出力する第2光学部品と、前記装置から出力される光を波長の違いに応じて振り分けて前記第1光学部品の第2のポートと前記光受信部とに出力する第3光学部品と、を備えて構成されるものである。

#### 【0008】

かかる構成の光装置では、光送信部から出力される送信光が第2光学部品に与えられる。この第2光学部品には、第1光学部品の第3のポートから出力された受信光も与えられ、送信光および受信光が合波されて單一方向化された光が、第2光学部品から光アイソレータを有する装置に出力される。そして、その装置に与えられた光は、所定の光処理が施された後に第3光学部品に与えられ、波長に応じて送信光および受信光に振り分けられて、送信光が第1光学部品に出力され、受信光が光受信部に出力されるようになる。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

上記のような本発明に係る双方向光通信用の光装置によれば、3つの光学部品を組み合わせた簡略な構成によって双方向に伝搬する光信号を單一方向化することができるようになり、光アイソレータを有する1つの装置のみで送信光および受信光を同時に処理することが可能になる。よって、光増幅などの光処理を行う装置周辺の部品点数を減らすことができるため、光信号損失の低減および装置コストの削減を図ることが可能になる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0010】

以下、本発明に係る双方向光通信用の光装置を実施するための最良の形態について添付図面を参照しながら説明する。なお、全図を通して同一の符号は同一または相当部分を示すものとする。

図1は、本発明の第1実施形態による双方向光通信用の光装置の構成を示す機能ブロック図である。

#### 【0011】

図1において、本光装置1は、例えば、光送信部10、光受信部20、双方向光学ユニット30および監視制御部40を備えて構成される。

光送信部10は、例えば自装置と1本の伝送路ファイバ2を介して接続された図示しない相手装置との間で双方向の光伝送を行う場合を想定すると、データ入力ポートに与えられるデータ信号に従って、自装置から相手装置に送信する光信号を生成し、その送信光を光出力ポートから双方向光学ユニット30を介して伝送路ファイバ2に送出する。一方、光受信部20は、相手装置から伝送路ファイバ2を伝搬して自装置に送られてきた光信号が双方向光学ユニット30を介して光入力ポートに入力され、その受信光を再生処理して得たデータ信号をデータ出力ポートから出力する。上記の光送信部10および光受信部20は、ここでは各々独立した機能ブロックで示しているが、送受一体型の光トランシーバを用いることも勿論可能である。

**【0012】**

双方向光学ユニット30は、例えば、第1～第3光学部品に相当する光合分波部31, 32, 33と、入力した光を光アイソレータを介して出力する装置としての光処理部34と、を有する。各光合分波部31～33は、ここでは、第1～第3のポートをそれぞれ有し、第1のポート（合波側ポート）に入力されるWDM光を分波して波長の対応する第2ポート（送信光の波長に対応した分波側ポート）または第3のポート（受信光の波長に対応した分波側ポート）から出力すると共に、第2のポートに入力される光信号と、第3のポートに入力される光信号とを合波して第1のポートから出力することが可能な伝達特性を持つ。

**【0013】**

各光合分波部31～33の具体的な構成としては、例えば、アレイ導波路回折格子（Arrayed Waveguide Grating: AWG）またはファイバブラッギンググレーティング（Fiber Bragg Grating: FBG）等を用いた公知の光合分波器を使用することが可能である。ここでは、図1に点線で囲んで示したように、AWGを用いた3つの光合分波部31～33を同一基板上に集積化した構成を採用している。また、各光合分波部31～33の他の具体例としては、光カプラや光フィルタ等を組み合わせて構成することも可能である。この場合、光合分波部31には、ハイパスフィルタやローパスフィルタを用いた光カプラ若しくは光サーチュレータを使用することができる。また、光合分波部32、33には、ハイパスフィルタやローパスフィルタを用いた光カプラを使用することができる。

**【0014】**

各光合分波部31～33のポート間の接続を具体的に説明すると、光合分波部31は、第1のポートが伝送路ファイバ2の一端に接続される。光合分波部32は、第2のポートが光送信部10の光出力ポートに接続され、第3のポートが光合分波部31の第3のポートに接続され、第1のポートが光処理部34の光入力ポートに接続される。光合分波部33は、第1のポートが光処理部34の光出力ポートに接続され、第2のポートが光合分波部31の第2のポートに接続され、第3のポートが光受信部20の光入力ポートに接続される。

**【0015】**

光処理部34は、光入力ポートに与えられる光信号に対して所定の光処理を施して光出力ポートから出力する。この光処理部34で行われる所定の光処理は、前述したように通常送信側および受信側で共通化することが難しい、例えば、光スペクトルの測定、光増幅または波長分散補償などの処理である。これらの光処理を実現するデバイスは、光信号の伝搬方向に対応させて個別に処理を行うことが必要な单一方向性を有する場合が多い。例えば、光増幅を行う光処理部34の具体的な構成としては、励起光の反射による影響を抑えるために光路上に光アイソレータが配置された光ファイバ増幅器などが挙げられる。また、波長分散補償を行う場合の具体的な構成としては、WDM光を波長に応じて空間的に区別可能な複数の光束に分波するバーチャリ・イメージド・フェーズド・アレイ（Virtually Imaged Phased Array: VIPA）を利用した可変分散補償器などが挙げられる。本発明の光処理部34は、上記のようなデバイスを少なくとも1つ含んで構成される。なお、光処理部34の具体的な構成例については後述する他の実施形態で詳しく説明することにする。

**【0016】**

監視制御部40は、光送信部10および光受信部20の各動作状態に基づいて双方向光学ユニット30の光処理部34を制御すると共に、光処理部34における処理の結果に応じて光送信部10または光受信部20を制御する。

次に、第1実施形態の光装置1の動作について説明する。

上記のような構成を有する光装置1では、例えば、自装置から相手装置に送る送信光に波長 $\lambda A$ が割り当てられ、相手装置から自装置に送られる受信光に波長 $\lambda B$ が割り当てられる。この場合、波長 $\lambda A$ の光信号が光送信部10で生成されて双方向光学ユニット30内の光合分波部32の第2のポートに与えられる。この光合分波部32の第3のポートに

は、伝送路ファイバ2を伝搬した後に光合分波部31の第1のポートに入力されて第3のポートから出力された波長 $\lambda$ Bの光信号が与えられる。したがって、光合分波部32では、波長 $\lambda$ Aの光信号と波長 $\lambda$ Bの光信号とが合波され、單一方向に整流された各波長 $\lambda$ A,  $\lambda$ Bの光信号が第1のポートから出力されて光処理部34の光入力ポートに与えられる。

#### 【0017】

そして、光処理部34で所要の光処理が施された各波長 $\lambda$ A,  $\lambda$ Bの光信号は、光合分波部33の第1のポートに与えられ、各波長 $\lambda$ A,  $\lambda$ Bに応じて分波される。光合分波部33で分波された波長 $\lambda$ Aの光信号は、光合分波部31の第2のポートに与えられて第1のポートから出力され、伝送路ファイバ2に送出される。一方、光合分波部33で分波された波長 $\lambda$ Bの光信号は、光受信部20の光入力ポートに与えられて一般的な再生処理が行われる。

#### 【0018】

また、本光装置1では、上記のような流れで双方向の光信号の処理を実行する際、監視制御部40によって、光送信部10、光受信部20および光処理部34の監視制御が行われる。この監視制御は、例えば、光送信部10から出力される送信光パワーや光受信部20に入力される受信光パワーが監視され、その監視情報に応じて光処理部34の動作が制御される。また、光処理部34の処理状態が監視され、その監視情報に応じて光送信部10および光受信部20の動作が制御される。なお、この監視制御部40による各部の監視制御については、後述する第2実施形態において具体例を示しながら詳しく説明することにする。

#### 【0019】

このように第1実施形態の光装置1によれば、3つの光合分波部31～33を組み合わせて用いることによって、1つの光処理部34のみで双方向の光信号を同時に処理することができるようになる。このような双方向光学ユニット30の構成は、上述の図9に示した従来の構成と比較すると、2つの光セーキュレータが不要となるため、光処理部34の周辺に配置される部品点数を減らすことができる。よって、光信号損失の低減および装置コストの削減を図ることが可能になる。

#### 【0020】

また、3つの光合分波部31～33は同種のデバイスを用いて構成できるため、それらを集積化することが可能であり、特に、光合分波部31～33としてAWGを利用すれば同一の光導波路基板上への集積化が容易に実現可能となる。さらに、光合分波部31, 32にAWGを用いることによって、双方向の伝送路ファイバ2における送信光の反射光が、受信光として光処理部34で増幅等されるのを防止することができる。加えて、WDMカプラや通常の光カプラにより光の合波を行う場合、合波に伴う損失が生じることになるが、AWGを用いて合波を行うことで上記のような損失の発生を抑えることが可能であり、この効果は特にWDM光の波長多重数が増加した場合に顕著となる。

#### 【0021】

なお、光合分波部31～33としてAWGを利用した場合、一般にAWGはチャネルを切り出すフィルタリング特性を有しているため、信号光波長が変動したときやデバイスの温度が変化したときに、信号光の減衰が問題となる。しかしながら、本発明は、例えばCWDM通信への適用を想定した場合、各波長の信号光の間隔（チャネル間隔）が各々の信号光の波長幅に対して充分に広いため、AWGのフィルタ特性の変動や信号光波長の変動が生じても、上記のような信号光の減衰が問題となることはない。

#### 【0022】

また、光装置1において光処理部34に使用されるデバイスが光合分波部31～33と集積化可能なものである場合には、双方向光学ユニット30全体を1つの光部品として製造することも可能となるため、更なる光信号損失の低減および装置コストの削減を図ることができる。

加えて、各光合分波部31～33は、各波長 $\lambda$ A,  $\lambda$ Bの光信号に対して光フィルタと

しても作用するため、例えば光処理部34で光増幅を行う際に発生するA S Eなどの雑音成分を除去して、光信号の品質劣化を抑えることも可能になる。

#### 【0023】

次に、本発明の第2実施形態による双方向光通信用の光装置について説明する。ここでは、上記第1実施形態の具体例として、8波長の光信号を双方向伝送する場合を考える。

図2は、第2実施形態の光装置の構成を示す機能ブロック図である。

図2に示す光装置1では、自装置から相手装置に送る送信光の波長として $\lambda_1 \sim \lambda_4$ が割り当てられ、相手装置から自装置に送られる受信光の波長として $\lambda_5 \sim \lambda_8$ が割り当てられている。光送受信部10'は、例えば4つの送受一体型光トランシーバを組み合わせて構成され、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号を送受信する。この光送受信部10'の各光トランシーバは、ここでは、光源11および駆動回路12によって送信光を発生すると共に、受光素子21および受信処理回路22によって受信光を再生処理する。

#### 【0024】

双方向光学ユニット30内の3つの光合分波部31～33は、それぞれ、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ に対応した8つの分波側ポートと、1つの合波側ポートを有する。なお、各光合分波部31～33のポート間の接続は、前述した第1実施形態における波長 $\lambda_A$ に波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ を対応させ、波長 $\lambda_B$ に波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ を対応させることによって、第1実施形態の場合と同様の接続関係となるため、ここでの説明を省略する。

#### 【0025】

また、双方向光学ユニット30内の光処理部34としては、例えば図3に示すような具体的な構成が適用される。ただし、光処理部の構成は図3の一例に限定されるものではない。

図3の構成例では、光処理部34が、光入力ポートINに与えられる光信号のスペクトルを測定するためのモニタ回路50と、モニタ回路50を通過した光信号を所要のレベルまで増幅して光出力ポートOUTから出力する光増幅回路51と、を備えて構成される。モニタ回路50は、光入力ポートINからの光信号の一部を光カプラ50Aで分岐して光スペクトルアナライザ(OSA)50Bに与え、光スペクトルアナライザ50Bで測定された光スペクトルに関する情報を示す信号を監視制御部40に出力する。

#### 【0026】

光増幅回路51は、モニタ回路50からの光信号が入力される公知の光増幅器51Aと、該光増幅器51Aの動作を制御するための制御回路51Bとを備える。光増幅器51Aは、例えば、エルビウムドープファイバ(EDF)51a、励起光源51b、WDMカプラ51cおよび光アイソレータ51dを有し、励起光源51bで発生した励起光LpがWDMカプラ51cおよび光アイソレータ51dを介してEDF51aに供給される。制御回路51Bには、光増幅器51Aに入力される光信号の一部を光カプラ51Cで分岐して受光器51Dで光電変換した入力モニタ信号と、光増幅器51Aから出力される光信号の一部を光カプラ51Eで分岐して受光器51Fで光電変換した出力モニタ信号と、監視制御部40から送られてくる制御信号とがそれぞれ与えられ、各々の信号に基づいて光増幅器51Aの利得を制御するための信号が制御回路51Bから光増幅器51Aに出力される。

#### 【0027】

上記のような構成を有する第2実施形態の光装置1では、光送受信部10'の各光源11から出力される波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の光信号が、双方向光学ユニット30内の光合分波部32の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ に対応した分波側ポートにそれぞれ与えられる。この光合分波部32の波長 $\lambda_5 \sim \lambda_6$ に対応した分波側ポートには、伝送路ファイバ2を伝搬した後に光合分波部31に入力されて分波された各波長 $\lambda_5 \sim \lambda_6$ の光信号が与えられる。したがって、光合分波部32では、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ の光信号が合波されて单一方向化されたWDM光が合波側ポートから出力されて光処理部34の光入力ポートINに与えられる。

#### 【0028】

光処理部34では、まずモニタ回路50において光合分波部32からのWDM光のスペ

クトルが測定され、その測定結果を示す監視信号が監視制御部40に伝えられる。モニタ回路50を通過したWDM光は、次に光増幅回路51に与えられ、制御回路51Bによって駆動状態の制御された光増幅器51Aにより所要のレベルまで増幅されて、光出力ポートOUTから光合分波部33の合波側ポートに出力される。光合分波部33では、光処理部34からのWDM光が分波され、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の光信号は光合分波部31の対応する分波側ポートに与えられて合波側ポートから伝送路ファイバ2に出力される。一方、光合分波部33で分波された波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光信号は光送受信部10'の各波長に対応した受光素子21および受信処理回路22で再生処理される。

### 【0029】

ここで、第2実施形態における双方向光信号の波長配置について詳しく説明する。

一般に双方向光通信では、伝送路上において送信光と受信光が互いに反対方向に伝搬するので、通常の伝送状態では干渉が生じることはないが、例えばコネクタにおける反射等により、逆方向に進む光の強度を無限小とすることはできない。したがって、反対方向に伝搬する送信光および受信光であっても、波長が隣接する光信号間では干渉が問題になる。また、本発明の構成では、双方向光学ユニット30により送信光と受信光が光処理部34内で同一方向に伝搬するようにしているので、送信光と受信光の干渉がさらに問題となる。具体的に、波長が隣接する光信号間で生じる干渉に関して、送信光と受信光のように隣接する光信号間のレベル差が大きい場合、送信光のサイドローブと受信光が干渉することによるS/N比の劣化が問題となる。特に、CWDM通信では信号光の波長制御をDWDM通信ほど厳密に行っていなかったため、信号光の波長変動によって上記のような送信光と受信光の干渉が発生する可能性がある。

### 【0030】

図4は、8波長の双方向光信号に対する2通りの波長配置例を示した図である。

図4(A)に示す第1の波長配置例は、送信光の波長として $\lambda_1, \lambda_3, \lambda_5, \lambda_7$ を割り当て、受信光の波長として $\lambda_2, \lambda_4, \lambda_6, \lambda_8$ を割り当て、送信光および受信光が波長グリッド上で交互に配置されたように示している。一方、図4(B)に示す第2の波長配置例は、前述したように送信光の波長として $\lambda_1 \sim \lambda_4$ を割り当て、受信光の波長として $\lambda_5 \sim \lambda_8$ を割り当て、送信光の波長帯域と受信光の波長帯域とが異なるように設定した場合を示している。なお、ここでは各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_8$ が等間隔に配置されるように設定しているが、任意の間隔で配置されるようにしても構わない。

### 【0031】

第1の波長配置例の場合、伝送路ファイバ2の帯域を効率的に使用できるという利点がある反面、送信光から受信光への干渉が多いという欠点がある。すなわち、双方向伝送に必要となる波長帯域幅 $\Delta\lambda$ はチャネル数に応じた最適幅で良く、例えば1チャネル(1対向)の場合は最小波長間隔分の帯域で良い。このため、送受信する光信号の増減設に応じて使用する波長帯域を柔軟に制御することができ、伝送路ファイバ2の帯域を効率的に使用することが可能である。しかし、受信光波長のうちの $\lambda_3, \lambda_5, \lambda_7$ の3波は、各自々両隣に送信光波長が配置されているため、送信光から受信光への干渉が多く発生する可能性がある。

### 【0032】

一方、第2の波長配置例の場合、送信光から受信光への干渉が少ないという利点がある反面、伝送路ファイバ2の帯域を効率的に使用し難いという欠点がある。すなわち、受信光波長のうちの1つの波長 $\lambda_5$ のみが、送信光波長のうちの1つの波長 $\lambda_4$ に隣接しているため、送信光から受信光への干渉が少なくなる。しかし、双方向伝送に必要となる波長帯域幅 $\Delta\lambda$ は、1チャネルの場合でも最低4間隔( $\lambda_1$ から $\lambda_5$ まで)が必要となるため、伝送路ファイバ2の帯域の使用効率が低くなってしまう。

### 【0033】

なお、図2に示した第2実施形態の構成では第2の波長配置例を適用したが、いずれの波長配置例を選択するかはシステムの仕様などに応じて適宜に決めることが可能である。

次に、第2実施形態における監視制御部40の動作について詳しく説明する。

監視制御部40では、各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ に対応した光源11から出力される送信光のパワーが監視される。この送信光パワーの監視は、例えば、通常光源11と一体化されたモニタ用受光器により、送信光とは反対方向に進む後方発出光のパワー（バックパワー）を検出し、その検出結果を示す送信光モニタ信号が監視制御部40に送られることにより行われる。監視制御部40では、送信光モニタ信号に基づいて各波長の送信光パワーが検出され、予め設定された送信光パワーの制御目標値とモニタ値の比較が行われる。そして、その比較結果を基に各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の送信光パワーが目標値で一定となるように、各波長に対応した駆動回路12の動作が制御される。

#### 【0034】

さらに、監視制御部40では、光処理部34のモニタ回路50でモニタされる光スペクトル情報をを利用して各波長の送信光パワーが一括して監視され、各波長の送信光パワーのばらつきが補正されるように、または、伝送路ファイバ2における損失の波長依存性が予め補償されるように、前述の監視制御部40に予め設定された制御目標値が更新される。

上記のような送信光パワーの監視制御と共に、監視制御部40では、各波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光信号の受信状態が監視され、各波長に対応する受光素子21または受信処理回路22の制御が行われる。具体的に、受信状態の監視は、各波長に対応した受光素子21で光電変換された信号の一部が受信光モニタ信号として監視制御部40に送られることにより行われる。監視制御部40では、受信光モニタ信号に基づいて各波長に対応した信号振幅や信号速度（ビットレート）に関する情報が検出される。そして、その検出情報に応じて、各波長に対応した受光素子21に印加するバイアスの制御（受光素子21がAPDの場合の増倍率の制御）や、受信処理回路22の受信帯域の制御が行われる。

#### 【0035】

加えて、監視制御部40では、送信光パワーおよび受信光パワーの監視情報に基づいて、光処理部34の光増幅回路51の利得制御も行われる。この利得制御は、例えば、受信光パワーが小さく受信処理回路22での制御可能範囲外になっている場合に、送信光パワーが規定出力を超えない範囲で光増幅器51Aの利得を増大させるといった制御が行われる。

#### 【0036】

上記のように第2実施形態の光装置1によれば、8波長の双方向光信号についても前述した第1実施形態の場合と同様の効果を得ることができる。

なお、上記の第2実施形態では、8波長の双方向光信号を処理する場合について説明したが、本発明における双方向光信号の波長数は上記の一例に限定されるものではなく、任意の波長数の双方向光信号について応用することが可能である。また、送信光および受信光の各波長数が同数となるように設定しているが、送信光および受信光に対して異なる波長数を割り当てるようにしてもよい。さらに、送受一体型の光トランシーバが使用される一例を示したが、送受信機能がペアになっていなくても構わない。

#### 【0037】

次に、上述した第2実施形態の光装置を用いて、双方向光通信ネットワークのノード装置を構成した応用例について説明する。

図5は、上記ノード装置の構成例を示す図である。このノード装置60は、例えば、2つの幹線系光伝送路用の光入出力ポートP1, P2と、幹線系光伝送路を伝搬する光信号を加入者側へ分岐する加入者インターフェース用の光入出力ポートP3と、を有し、各々の光入出力ポートP1～P3ごとに上述の図2に示した光装置1が備えられる。各光装置1間は、各々の光送受信部のデータ入力ポートおよびデータ出力ポート間の接続状態を切り替えるためのスイッチ回路61によって接続されており、任意の光入出力ポートで受信した任意の波長の光信号を、同じく任意の光入出力ポートから任意の波長の光信号に変換して送信することができる。特に、スイッチ回路61として例えば $12 \times 12$ サイズの非閉塞型スイッチを使用することによって、完全なスイッチングノードとしての動作が可能になる。ただし、これはノード装置60のスイッチ回路61が非閉塞型の構成に限定されることを意味するものではなく、閉塞型スイッチを用いてもノード装置60を構成すること

とは可能である。なお、非閉塞型スイッチとは、複数のポート間の接続を任意に切り替えることができるスイッチのことである。

#### 【0038】

上記のようなノード装置60によれば、双方向の光信号が入出力される各々の光入出力ポートP1～P3ごとに行われる所要の光処理を簡略な構成によって実現できるため、小型、低消費電力および低損失のノード装置を安価に提供することが可能になる。

ここで、上記のようなノード装置60を複数用いて構築した双方向光通信ネットワークについても具体例を挙げて説明を加えておく。

#### 【0039】

図6は、上記双方向光通信ネットワークの構成例を示した図である。この構成例では、各ノード装置60の幹線系光伝送路用の光入出力ポートをリング状に接続することで双方向リングネットワークが構成されると共に、各ノード装置60の加入者インターフェース用の光入出力ポートと、複数の加入者の各光送受信器(Tx/Rx)との間を、加入者用に設けた双方向光学ユニット30(図2参照)を介して接続することによって加入者インターフェース網が構成される。このような構成により、幹線系では1本の光ファイバリングによって双方向のWDM伝送が行われ、加入者系でもノード装置60と双方向光学ユニット30の間で1本の光ファイバによって双方向のWDM伝送が行われる。

#### 【0040】

このような双方向光通信ネットワークによれば、簡略な構成のノード装置60および双方向光学ユニット30の使用によってネットワーク全体の維持および管理コストを削減することができるため、経済的な双方向光通信ネットワークを提供することができる。

ここで、上記の双方向光通信ネットワークにおける加入者インターフェース網について図7の具体例を参照しながら詳しく説明する。

#### 【0041】

図7の具体例では、双方向光信号の波長の割り当てが前述の図4(B)に示した第2の波長配置例に従って行われ、ノード装置60側から加入者側に送信される光信号の波長としてλ1～λ4が割り当てられ、逆に加入者側からノード装置60側に送信される光信号の波長としてλ5～λ8が割り当てられている。

加入者インターフェース網においては、通常、各加入者が任意の拠点に位置しているため、双方向光学ユニット30から各々の加入者までの距離はまちまちである。よって、各加入者の光送受信器において必要となる送信光パワーや受信感度等の設定は加入者ごとに異なる。このような状況において、図7に示した加入者インターフェース網では、例えば、双方向光学ユニット30内の光処理部34として上述の図3に例示したようなモニタ回路50を備えるようにすることで、各加入者に対する送信光および受信光のレベルを監視し、その監視結果に応じて遠隔操作により各加入者の光送受信器の送信光パワーや受信感度等を最適制御することが可能である。

#### 【0042】

以上、本明細書で開示した主な発明について以下にまとめる。

#### 【0043】

(付記1) 送信光を出力する光送信部と、

前記送信光とは波長の異なる受信光を入力する光受信部と、

光アイソレータを有し、入力した光を前記光アイソレータを介して出力する装置と、

第1乃至第3のポートを有し、前記第1のポートに入力される光を前記第3のポートに出力し、前記第2のポートに入力される光を第1のポートに出力する第1光学部品と、

前記光送信部から出力される送信光と前記第1光学部品の第3ポートから出力される光とを合波して前記装置に出力する第2光学部品と、

前記装置から出力される光を波長の違いに応じて振り分けて前記第1光学部品の第2のポートと前記光受信部とに出力する第3光学部品と、

を備えて構成されたことを特徴とする双方向光通信用の光装置。

#### 【0044】

(付記2) 付記1に記載の光装置であって、

前記第2光学部品は、前記光送信部から出力される送信光に含まれる複数の波長の光信号にそれぞれ対応した複数の分波側ポートと、前記第1光学部品の第3ポートから出力される光に含まれる複数の波長の光信号にそれぞれ対応した複数の分波側ポートと、を有することを特徴とする光装置。

#### 【0045】

(付記3) 付記1に記載の光装置であって、

前記光送信部、前記光受信部および前記装置のうちの少なくとも1つの動作状態に基づいて、前記光送信部、前記光受信部および前記装置のうちの少なくとも1つを制御する監視制御部を備えたことを特徴とする光装置。

#### 【0046】

(付記4) 付記1に記載の光装置であって、

前記送信光および前記受信光は、波長の異なる複数の光信号をそれぞれ含み、

前記第1光学部品、前記第2光学部品および前記第3光学部品は、前記送信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、前記受信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、1つの合波側ポートと、をそれぞれ有することを特徴とする光装置。

#### 【0047】

(付記5) 波長の異なる複数の光信号が双方向に伝搬する光伝送路に接続された複数の光入出力ポートを有し、該複数の光入出力ポートにそれぞれ入出力される光信号の切り替えを行うノード装置であって、

付記1に記載の光装置が前記複数の光入出力ポートにそれぞれ対応させて複数設けられ、該複数の光装置の各第1光学部品の第1のポートが対応する光入出力ポートに接続されると共に、

前記複数の光装置の各光送信部の送信データ入力ポートおよび各光受信部の受信データ出力ポートの間の接続を任意に切り替えることが可能なスイッチ回路を備えて構成されたことを特徴とするノード装置。

#### 【0048】

(付記6) 光送信部から出力される送信光に対して所定の光処理を施して光伝送路へ送出すると共に、送信光とは異なる波長を有し前記光伝送路を送信光とは逆方向に伝搬した受信光に対して前記所定の光処理を施して光受信部に与える双方向光通信用の光装置であって、

单一方向に伝搬する光信号に対して前記所定の光処理を施す光処理部と、

送信光および受信光の各波長にそれぞれ対応した複数の分波側ポート、並びに、1つの合波側ポートを有し、各分波側ポートに入力される送信光または受信光を合波して合波側ポートから出力すると共に、合波側ポートに入力される波長多重光を分波して波長の対応する分波側ポートから出力することが可能な伝達特性を持つ、第1～第3の光合分波部と、を備え、

前記第1の光合分波部は、合波側ポートが前記光伝送路の一端に接続され、

前記第2の光合分波部は、送信光の波長に対応した分波側ポートが前記光送信部の光出力ポートに接続され、受信光の波長に対応した分波側ポートが前記第1の光合分波部の受信光の波長に対応した分波側ポートに接続され、合波側ポートが前記光処理部の光入力ポートに接続され、

前記第3の光合分波部は、合波側ポートが前記光処理部の光出力ポートに接続され、送信光の波長に対応した分波側ポートが前記第1の光合分波部の送信光の波長に対応した分波側ポートに接続され、受信光の波長に対応した分波側ポートが前記光受信部の光入力ポートに接続されたことを特徴とする双方向光通信用の光装置。

#### 【0049】

(付記7) 付記6に記載の光装置であって、

前記第1～第3の光合分波部が共通の光デバイスを用いて集積化されたことを特徴とす

る光装置。

**【0050】**

(付記8) 付記7に記載の光装置であって、

前記第1～第3の光合分波部は、アレイ導波路回折格子を利用してそれぞれ構成されたことを特徴とする光装置。

**【0051】**

(付記9) 付記6に記載の光装置であって、

前記光処理部は、入力される光信号のスペクトルをモニタする機能を備えたことを特徴とする光装置。

**【0052】**

(付記10) 付記6に記載の光装置であって、

前記光処理部は、入力される光信号を増幅して出力する機能を備えたことを特徴とする光装置。

**【0053】**

(付記11) 付記6に記載の光装置であって、

前記光処理部は、入力される光信号の分散補償機能を備えたことを特徴とする光装置。

**【0054】**

(付記12) 付記6に記載の光装置であって、

前記光送信部、前記光受信部および前記光処理部のうちの少なくとも1つの動作状態を監視し、該監視情報に基づいて前記光送信部、前記光受信部および前記光処理部のうちの少なくとも1つを制御する監視制御部を備えて構成されたことを特徴とする光装置。

**【0055】**

(付記13) 付記12に記載の光装置であって、

前記光処理部は、入力される光信号のスペクトルをモニタする機能を備え、

前記監視制御部は、前記光処理部のモニタされる光信号のスペクトル情報に基づいて、前記光送信部から出力される送信光のパワーを制御することを特徴とする光装置。

**【0056】**

(付記14) 付記12に記載の光装置であって、

前記光処理部は、入力される光信号を増幅して出力する機能を備え、

前記監視制御部は、前記光送信部から出力される送信光パワーおよび前記光受信部に入力される受信光パワーに基づいて、前記光処理部における光増幅の利得を制御することを特徴とする光装置。

**【0057】**

(付記15) 付記6に記載の光装置であって、

送信光および受信光が波長の異なる複数の光信号をそれぞれ含み、

前記第1～第3の光合分波部は、送信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、受信光に含まれる複数の光信号の各波長に対応した複数の分波側ポートと、1つの合波側ポートと、をそれぞれ有することを特徴とする光装置。

**【0058】**

(付記16) 付記15に記載の光装置であって、

送信光に含まれる複数の光信号は、受信光に含まれる複数の光信号が配置される波長帯域とは異なる波長帯域に配置されることを特徴とする光装置。

**【0059】**

(付記17) 付記15に記載の光装置であって、

送信光に含まれる複数の光信号の各波長と、受信光に含まれる複数の光信号の各波長とが、波長グリッド上で交互に配置されることを特徴とする光装置。

**【0060】**

(付記18) 波長の異なる複数の光信号が双方向に伝搬する光伝送路に接続可能な複数の光入出力ポートを有し、該複数の光入出力ポートにそれぞれ入出力される光信号の切り替えを行う双方向光通信用のノード装置であって、

付記6に記載の光装置が、前記複数の光入出力ポートにそれぞれ対応させて複数設けられ、該各光装置の第1の光合分波部の合波側ポートが対応する光入出力ポートに接続されると共に、

前記複数の光装置の各光送信部の送信データ入力ポートおよび各光受信部の受信データ出力ポートの間の接続を任意に切り替えることが可能なスイッチ回路を備えて構成されたことを特徴とするノード装置。

#### 【0061】

(付記19) 付記18に記載のノード装置であって、

前記スイッチ回路が非閉塞型の構成であることを特徴とする双方向光通信用のノード装置。

#### 【0062】

(付記20) 付記18に記載のノード装置を複数備えて構成されたことを特徴とする双方向光通信ネットワーク。

#### 【0063】

(付記21) 付記20に記載の双方向光通信ネットワークであって、

前記複数のノード装置は、各々の光入出力ポートが幹線系の光伝送路および加入者インターフェース用の光伝送路にそれぞれ接続され、

前記加入者インターフェース用の光伝送路の加入者側には、付記6に記載の光装置が備えられたことを特徴とする双方向光通信ネットワーク。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0064】

【図1】本発明の第1実施形態による双方向光通信用の光装置の構成を示す機能プロック図である。

【図2】本発明の第2実施形態による双方向光通信用の光装置の構成を示す機能プロック図である。

【図3】上記第2実施形態に適用される光処理部の具体例を示す構成図である。

【図4】8波長の双方向光信号に対する波長配置例を示す図である。

【図5】上記第2実施形態の光装置を用いてノード装置を構成した応用例を示す図である。

【図6】図5のノード装置を利用した双方向光通信ネットワークの一例を示す図である。

【図7】図6の双方向光通信ネットワークにおける加入者インターフェース網の具体例を示す図である。

【図8】従来の双方向光通信用の光装置の構成を示す図である。

【図9】双方向光信号の流れを單一方向化するようにした従来の光装置の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0065】

1…光装置

2…伝送路ファイバ

10…光送信部

10'…光受信部

11…光源

12…駆動回路

20…光受信部

21…受光素子

22…受信処理回路

30…双方向光学ユニット

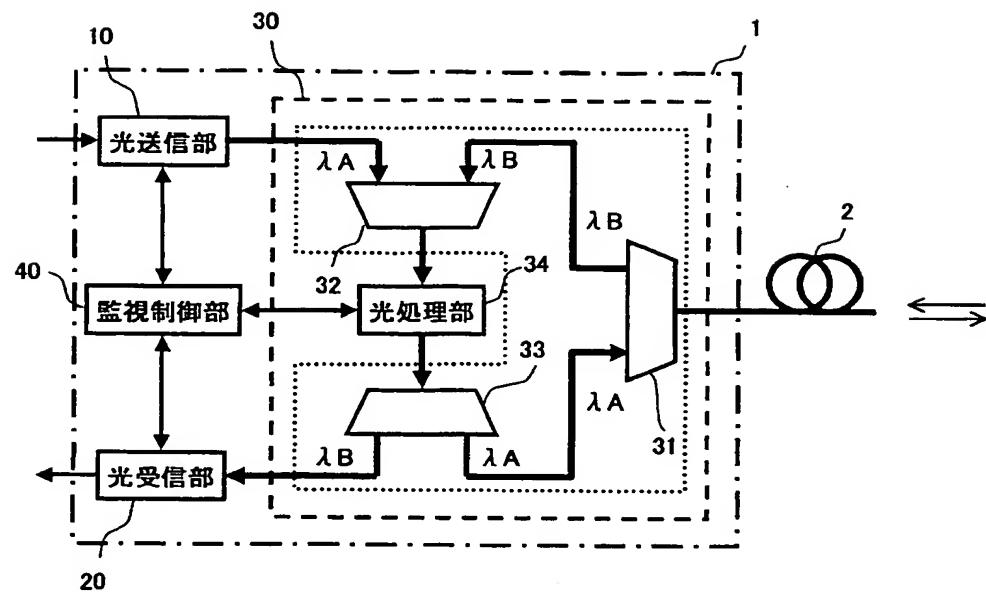
31, 32, 33…光合分波部

34…光処理部

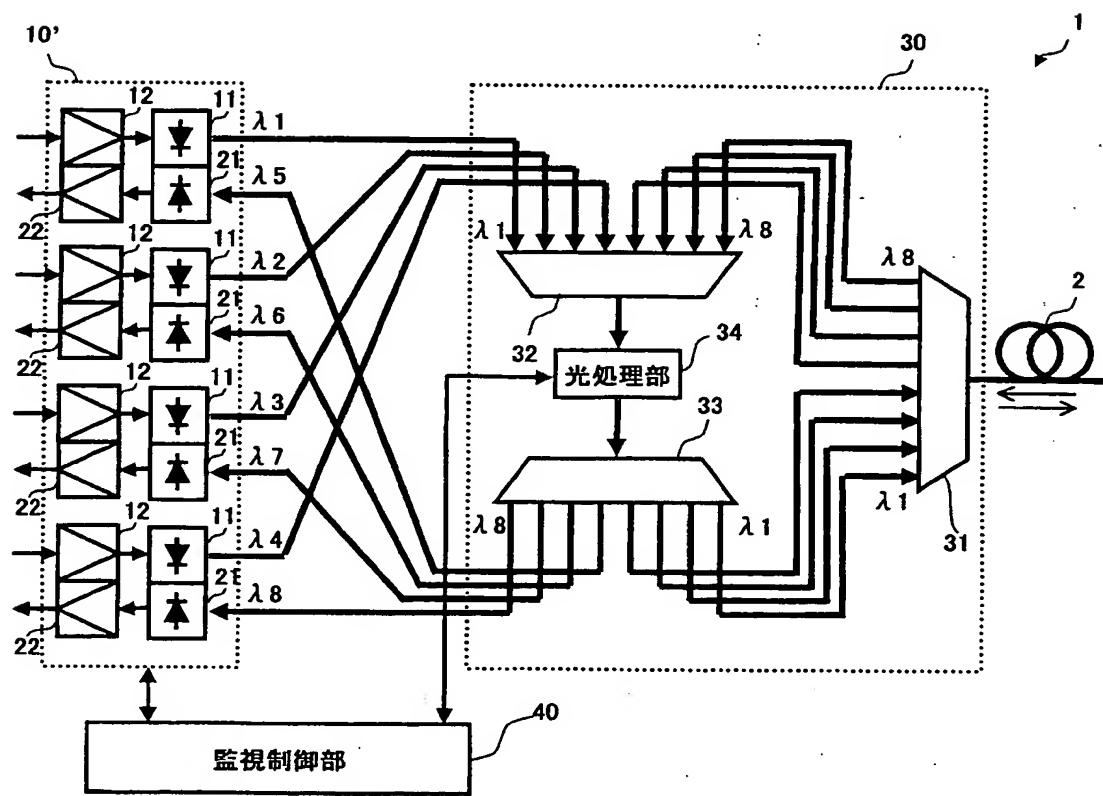
4 0 …監視制御部  
5 0 …モニタ回路  
5 1 …光増幅回路  
6 0 …ノード装置  
6 1 …スイッチ回路

【書類名】 図面

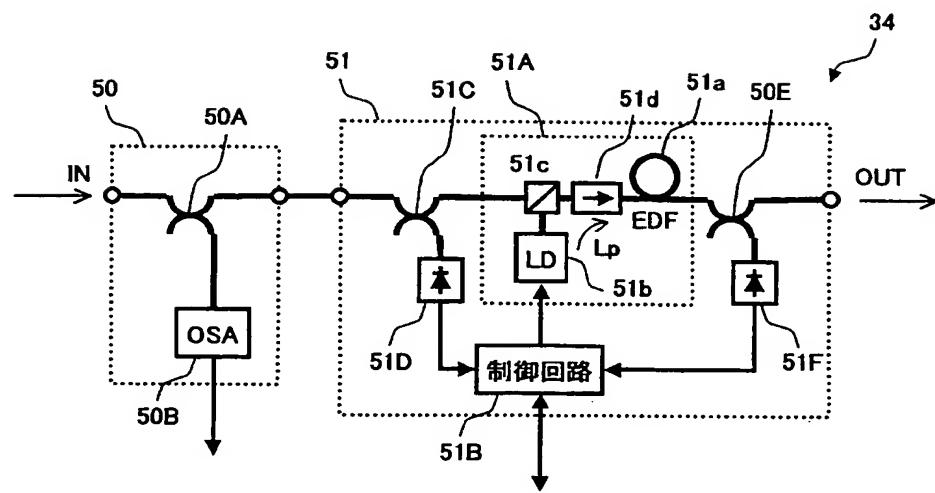
【図 1】



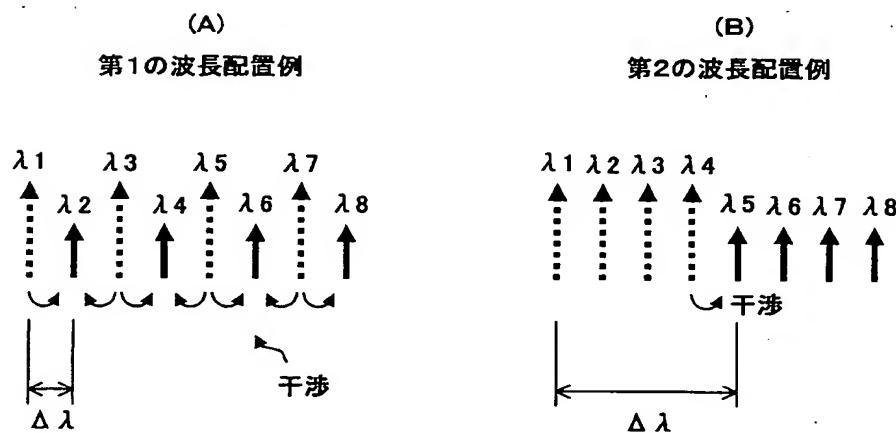
【図 2】



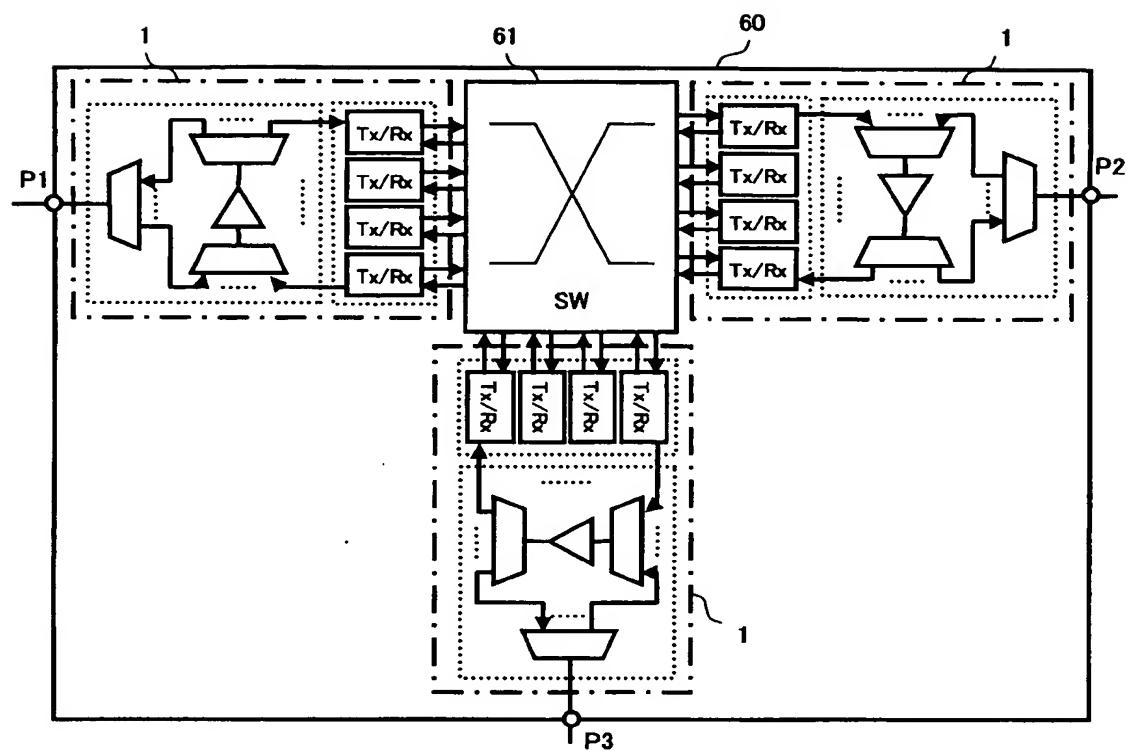
【図3】



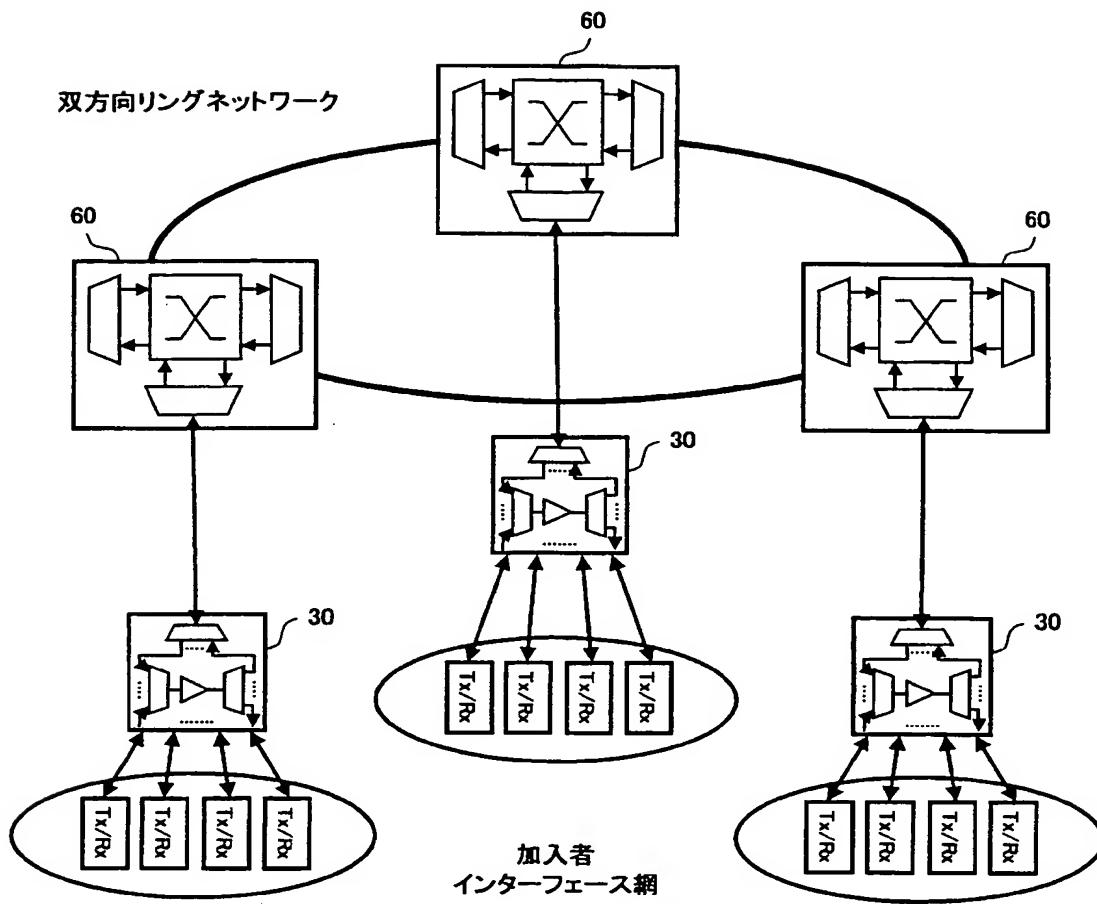
【図4】



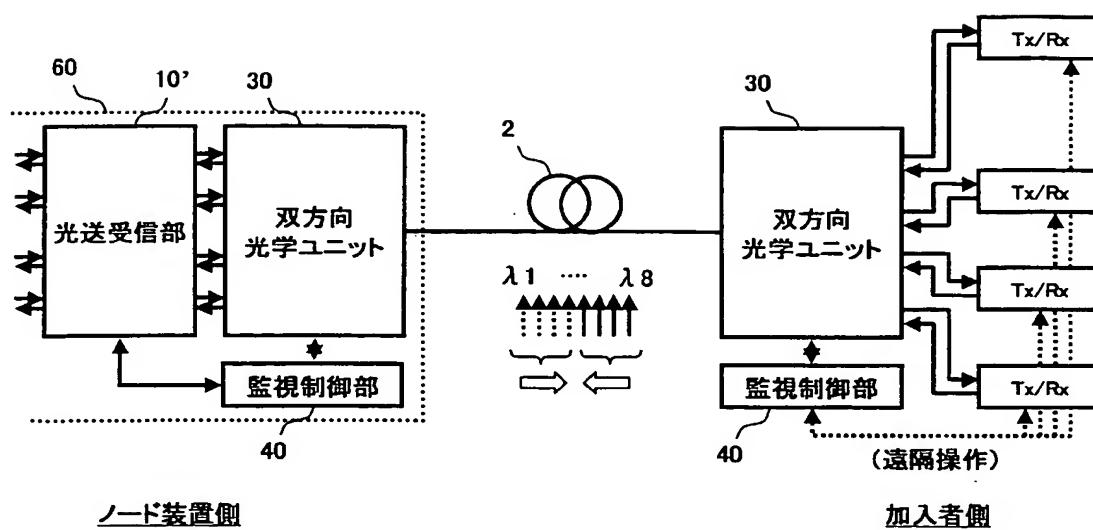
【図5】



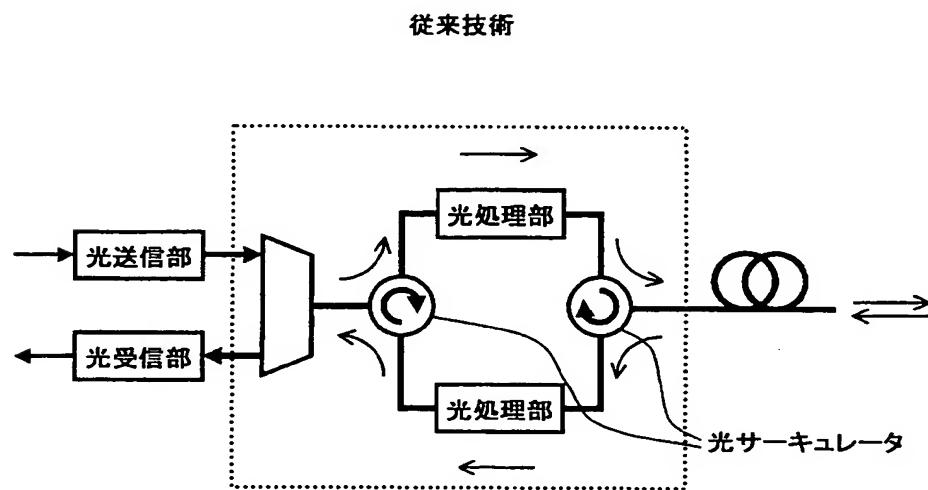
【図6】



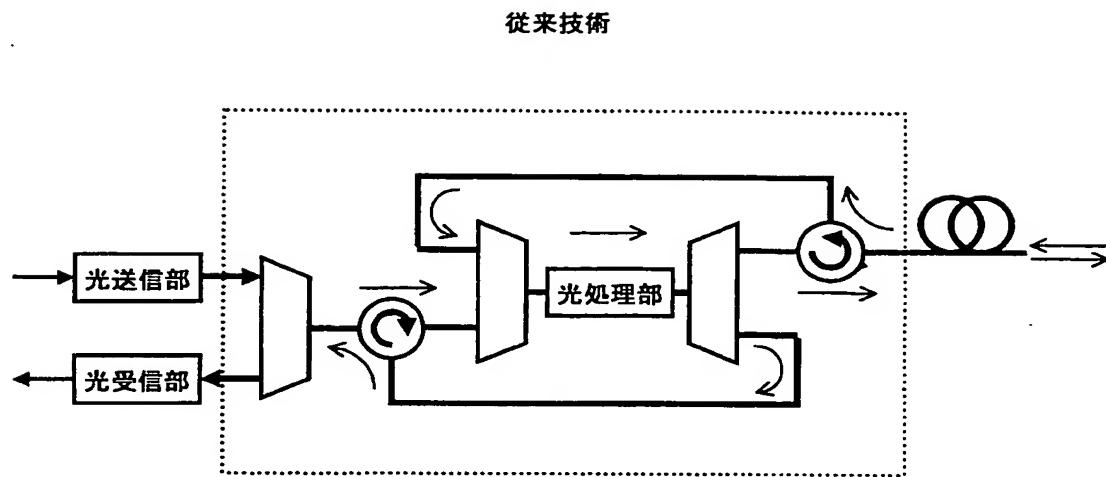
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 双方向光通信に最適な簡略な構成を実現して小型で低コストかつ低損失の光装置を提供する。

【解決手段】 本光装置1は、同一の伝送路ファイバ2内を双方向に伝送される送受信光を单一方向化して1つの光処理部34に与えるために3つの光合分波部31～33を備える。光合分波部31は、合波側ポートが伝送路ファイバ2に接続される。光合分波部32は、送信光に対応した分波側ポートが光送信部10の光出力ポートに接続され、受信光に対応した分波側ポートが光合分波部31の受信光に対応した分波側ポートに接続され、合波側ポートが光処理部34の光入力ポートに接続される。光合分波部33は、合波側ポートが光処理部34の光出力ポートに接続され、送信光に対応した分波側ポートが光合分波部31の送信光に対応した分波側ポートに接続され、受信光に対応した分波側ポートが光受信部20の光入力ポートに接続される。

【選択図】 図1

特願 2003-393172

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社